

Tartu Ülikool  
Psühholoogia Instituut

Liina Juuse

**PILGU SUUNA MÕJU SKEMAATILISTE EMOTSIOONINÄGUDE TAJUMISELE**

Seminaritöö

Juhendajad: Kairi Kreegipuu (PhD), Nele Kuldkepp (MSc)

Läbiv pealkiri: Skemaatiliste emotsiooninägude töötlemine

Tartu 2014

## Pilgu suuna mõju skemaatiliste emotsiooninägude tajumisele

## Kokkuvõte

Käesolevas seminaritöös uuriti emotsiooni edasikandvate skemaatilise nägude automaatset töötlust sõltuvalt esitatud pilgu suunast. Eelkatse tulemustest lähtuvana käsitleti töös neutraalse ning vihase stiimulnäo manipulatsioone. Katse käigus täitsid katseisikud subjektiivsete hinnangute küsimustiku, osalesid EEG mõõtmisel ning reageerisid lahknevusnegatiivsuse (MMN) eesmärgil väljatöötatud stiimulmaterjalile. Kinnitust leidis seisukoht, et erineva valentsiga emotsiooninäod põhjustavad erineva amplituudi ning algusajaga negatiivseid väljalööke, kuid sellist tulemust ei suudetud korrata skemaatiliste nägude pilgusuundade erinevusi uurides. Ühtlasi ei leidnud kinnitust eelkatses ilmnenud tulemus, kus pilgusuundade subjektiivsed hinnangud üksteisest erinesid. Üheks võimalikuks järelauseks on see, et inimene tajub nägu tervikuna ning väikesed alternatsioonid silmade asendis ei muuda tajutavat emotsiooni intensiivsemaks.

*Märksõnad:* EEG, MMN, reaktsiooniajad, subjektiivsed hinnangud, skemaatilised näod, automaatne nägude töötlemine.

## The impact of gaze direction on the perception of schematic emotional faces

### Abstract

The aim of this study was to assess the automatic processing of faces in relation to perceived eye gaze direction. Based on the results of a pilot test, the manipulations of eye gaze in angry and neutral faces were used. During the study, subjects filled out a subjective evaluation report, took part in an EEG measurement and participated in a detection task that was constructed to reveal mismatch negativity. The statement that faces with different emotional valence produce negative peaks with different amplitudes and latencies was confirmed. However, similar results were not replicated exploring different eye gaze directions. The results of self-evaluation tests did also not support our claim. A potential conclusion is that humans perceive the face as a whole and small changes in eye positions do not alter the perceived face intensity.

*Keywords:* EEG, MMN, reaction times, subjective evaluations, schematic faces, automatic face processing

## Sissejuhatus

Nägude tajumine ja äratundmine on oluline inimestevahelise suhtlemisega seotud protsess. Näol tajutavad emotsioonid annavad edasi vajalikku informatsiooni tajutava inimese kavatsustest, tunnetest ja tihti ka potentsiaalsest ohust. Elusolendi nägu annab edasi palju informatsiooni bioloogiliselt ja sotsiaalselt oluliste omaduste, näiteks identiteedi, liigi, soo, vanuse, samuti ka emotsionaalse seisundi kohta (Fox jt., 2000). Näod on tõenäoliselt bioloogiliselt ja sotsiaalselt kõige olulisemad stiimulid inimest ümbritsevas keskkonnas ja seetõttu võib eeldada, et neid töödeldakse erilisel viisil (Palermo & Rhodes, 2007).

Nägude töötlus toimub suures osas automaatselt ja tähelepanueelselt. Sellele viitab asjaolu, et nägude töötlus on kiire, teadlikkusest sõltumatu, kohustuslik ja väheste mahuga, kasutades minimaalselt tähelepanu ressursse (Palermo & Rhodes, 2007). Automaatsele töötlustele ja teadlikkusest sõltumatusele viitavad afektiivse praimimise ülesanded, kus katseisikutele esitatakse väga lühikese aja jooksul (näiteks 4 ms) positiivne või negatiivne emotsiooninägu, millele järgnevalt palutakse neil hinnata tähenduseta sümbolit (näiteks hieroglüüfid). Sellistes katsetes on märgatud olulisi erinevusi katseisikute hinnangutes tähenduseta sümbolitele sõltuvalt eelnevalt praimitud nägudele – katseisikud hindavad sümboleid meeldivamana, kui neid on praimitud pigem õnnelike kui kurjade nägudega (Murphy & Zajonc, 1993). Saadud tulemused viitavad nägude tajumisele isegi siis, kui see ei jõua meie teadvusesse.

Tundub, et ka emotsiooni loomus omab tajumise kiiruses tähtsust. Esmalt kirjeldasid Hansen ja Hansen (1988), kuidas vihaseid nägusid leiti neutraalsete nägudega rahvahulkadest kiiremini kui neutraalseid nägusid vihaste nägudega rahvahulkadest. Ka mitmed edasised uurimused on täheldanud, et võrreldes rõõmsate või neutraalsete näostiimulitega reageeritakse kiiremini negatiivsetele või ohuga seotud näostiimulitele (Fox jt., 2000; Öhman, Lundqvist, & Esteves, 2001; Pinkham, Griffin, Baron, Sasson, & Gur, 2010). Võib järeldada, et ähvardavate näostiimulite kiirem töötlus annab olulise eelise ellujäämiseks, sest sellega kaasneb ka kiirem reaktsioon ohule.

Ka pilgu suund on oluline sotsiaalse informatsiooni edasikandja ning mõjutab seda, kuidas me tajume ja tõlgendame teiste näoilmeid. Adams ja Kleck (2005) leidsid, et vihaseid ja õnnelikke nägusid peeti intensiivsemaks siis, kui nende pilgusuund oli pööratud vaatleja poole, samas kui kurbi ja hirmunud stiimuleid hinnati kõrgemalt, kui nende pilgusuund oli eemale pööratud. Sander, Grandjean, Kaiser, Wehrle ja Scherer (2007) kinnitasid, et pilgusuund mõjutab hirmu tundva ja vihase emotsiooni tajumise intensiivsust ning et vihaseid nägusid hinnati vihasemana

kui pilgusuund oli otse suunatud. Selline nähtus ilmneb ka ümberpööratud olukorras – vihase ilmega nägusid hinnati tõenäolisemalt otse vaatavaks, kui hirmunud või neutraalse ilmega nägusid (Ewbank, Jennings, & Calder, 2009).

Tihti esineb, et tähelepanu vajavates ülesannetes märgatakse otsese pilgusuunaga stiimuleid kiiremini kui eemale vaatava pilgusuunaga stiimuleid (Conty, Tijus, Hugueville, Coelho, & George, 1995; Chen & Yeh, 2012). Milders, Hietanen, Leppänen ja Braun (2011) täheldasid, et hirmunud nägusid avastati kiiremini eemale suunatud pilgu korral ning vihaseid ja õnnelikke nägusid kärmemalt otsevaates. Võib eeldada, et pilgu suund mõjutab seda, kuidas tõlgendame vaataja kavatsusi. Näiteks vihane ja õnnelik emotsioon võivad olla olulisemad, kui need on suunatud meie poole (kontakteerumiseks või ründamiseks) ning hirm tähtsam, kui suunatud ümbritsevasse keskkonda (kui läheduses on ohuallikas) (Lobmaier, 2012).

Üheks heaks võimaluseks emotsiooninägude automaatset töötlust uurimiseks on elektroentsefalograafia (EEG) meetod. EEG salvestuse abil saab peanahale asetatud elektroodide kaudu otseselt mõõta elektrilist ajuaktiivsust. See meetod tagab hea ajalise lahutusvõime ning lubab seetõttu tajumise kiirust väga täpselt mõõta. EEG salvestuse kaudu on võimalik arvutada sündmuspotsentiaalid ehk ERP-d (*event-related potentials*), mis kujutavad endast korduvate mõõtmiste keskmistamise teel saadud EEG signaalilõike. ERP-d on niisiis potentsiaalid, mis väljendavad stabiilseid ajalisi suhteid kindlate määratletavate sündmuste suhtes.

Pegna, Khateb, Michel ja Landis (2004) võrdlesid sündmuspotsentiaalide esinemise kaudu nägude, sõnade ja objektide tajumisprotsessi ning leidsid, et nägude kategoriseerimine algab umbes 100 ms pärast sisendi esitamist, samas kui objektide ja sõnade kategoriseerimine toimub märkimisväärselt hiljem, umbes 200 ms lähedal. Bentin, Allison, Puce, Perez ja McCarthy (1996) uurisid erinevusi nägude ja objektide tajus ja leidsid, et inimnäod kutsuvad esile negatiivse laineharja 172 ms ajal, mida ei esine elutute objektide ja loomanägude vaatlemisel. Seda leitud N170 komponenti on ka edaspidi seostatud nägude töötlemisega (Sams, Hietanen, Hari, Ilmoniemi, & Lounasmaa, 1997; Eimer, 2000; Liu, Higuchi, Marantz, & Kanwisher, 2000; Itier & Taylor, 2004).

Üks ERP komponent, mida seostatakse erinevuse avastamise keskkonnas, on lahknevusnegatiivsus (MMN ehk *mismatch negativity*). See on aju elektriline reaktsioon ning sündmusega seotud potentsiaalide (ERP ehk *event-related potentials*) negatiivne komponent, mille kõrgpunkt ilmneb sõltuvalt tajumodaalsusest 100-400 ms jooksul pärast muutuse algust.

Muutuseks võib pidada igasugust eristavat muudatust („devianti“) auditoorse, visuaalse või mõne muu tajumodaalsuse stimulatsiooni kordumiste („standard“) suhtes (Näätänen, 2000). Deviidid võivad standarditest erineda ükskõik millise füüsilise omaduse – kuulmises näiteks helikõrguse, -kestuse, asukoha või intensiivsuse poolest (Näätänen, Paavilainen, Rinne, & Alho, 2007).

Esmakordselt kirjeldati lahknevusnegatiivsuse nähtust 1978. aastal (Näätänen, Gaillard, & Mäntysalo, 1978) ning esialgu keskenduti vaid auditoorse modaalsuse uurimisele. Nüüdseks on leitud MMN-i esinemine somatosensoorses (Shinozaki, Yabe, Sutoh, Hiruma, & Kaneko, 1998; Akatsuka jt., 2007), olfaktoorses (Krauel, Schott, Sojka, Pause, & Ferstl, 1999) ja visuaalses (Pazo-Alvarez, Cadaveira, & Amenedo, 2003; Czigler, 2007; Astikainen & Hietanen, 2009) modaalsuses.

MMN esineb sõltumata katseisiku poolt ülesandele pööratud tähelepanust (Näätänen jt., 1978, 2007) ja seetõttu ei ole tähelepanu suunavad ülesanded MMN-i esiletoomiseks vajalikud. Tihti kasutatakse pigem tähelepanu eemale suunavaid ülesandeid, vältimaks tähelepanuga kaasnevate ERP komponentide esilekutsumist (Näätänen jt., 2007). MMN on olnud menukas kliiniliste populatsioonide uurimisel, näiteks on seda käsitletud bipolaarse häire (Maekawa jt., 2013), depressiooni (Chang, Xu, Shi, Zhang, & Zhao, 2010), skisofreenia (Umbricht & Krljes, 2005; Friedman, 2012; Neuhaus, Brandt, Goldberg, Bates, & Malhotra, 2013), autismi (Dunn, Gomes, & Gravel, 2008) ja parkinsoni tõve (Brønnick, 2010) kontekstis. Kõige hilisema ülevaateartikli MMN-i olemasolevatest ja potentsiaalsetest kliinilistest rakendustest on avaldanud Näätänen, ja kolleegid (2012).

Praeguseks on ERP meetodil läbi viidud emotsiooni väljendavate nägudega seotud uuringud näidanud, et hirmunud näoilmed kutsuvad katseisikutes esile tugevamaid ERP amplituude kui neutraalsed või positiivsed näoilmed (Batty & Taylor, 2003; Leppänen, Kauppinen, Peltola, & Hietanen, 2007). Samas on täheldatud, et võrreldes positiivse või neutraalse näoga ilmneb negatiivse näoilme (vihane, kurb või hirmunud) korral pikem latentsiaeg (Batty & Taylor, 2003; Zhao & Li, 2006; Astikainen & Hietanen, 2009). Xu, Yang, Wang, Sun ja Zhao, (2013) avastasid olulisi erinevusi õnnelike ja kurbade stiimulite vahel soolises kontekstis: naissoost katseisikutel ilmnis kurbade näostiimulite vaatamisel tugevam EMMN (*emotional mismatch negativity*) kui rõõmsate nägude vaatamisel, kuid see erinevus ei ilmnunud vasakus ajupoolkeras. Meessoost katseisikutel ei muutnud tajutav emotsioon EMMN-i ning tulemused jäid samaks mõlemas ajupoolkeras.

Käesolevas töös uuritakse pilgu suuna mõju skemaatiliste emotsiooninägude tajumisele. Selleks vaadeldakse EEG meetodi kaudu katses osalenute registreeritud aju elektrilist aktiivsust ning kõrvutatakse seal toimuvaid muutusi reaktsiooniaegade ja esitatud stiimulpiltidele antud subjektiivsete hinnangutega. Eelnevalt väljatoodud uuringutele tuginedes püstitan katse tulemuste kohta järgmised hüpoteesid:

- 1) Negatiivset emotsiooni väljendava näo töötluse tulemusena tekkiv EMMN laine on suurema amplituudiga või pikema latentsiajaga kui neutraalse näo poolt tekitatud EMMN.
- 2) Otse vaatava negatiivse emotsiooninäo poolt tekitatud EMMN laine on suurema amplituudiga või lühema latentsiajaga kui kõrvale vaatava negatiivse emotsiooninäo poolt tekitatud EMMN.
- 3) Enesekohaste hinnangute küsimustikes hinnatakse kurja otse vaatavat nägu erutuvuse skaalal tugevamalt kui kõrvale vaatavat kurja nägu.

## Meetod

### Eelkatse: stiimulite valik ja valideerimine

Tartu Ülikooli üliõpilaste ning eksperimentaatorite tuttavate hulgas viidi läbi stiimulite hindamise katse, mille eesmärgiks oli leida erinevusi näostiimulite hinnangutes ning valida välja põhikatses jaoks sobivad näostiimulid. Katseisikuteks olid 20 meest ja 20 naist ning läbi viidi 2 seeriat, milles stiimulite järjekorda muudeti, et välistada järjekorrast tulenev hindamise efekt. Katseisikutel paluti hinnata stiimuli tekitatud valentsi (õnnelik-õnnetu), erutuvust (rahulik-erutunud), tähelepanu (ei tõmmanud tähelepanu-oli vastupandamatu) ja strateegiat (verbaalne strateegia-kujundiline pilt). Strateegia kasutamise korral paluti anda kujundile ka nimetus. Hinnanguskaala varieerus ühest üheksani. Stiimulid erinesid üksteisest kulmude nurga ja silmade suuna poolest. Esitatud olid „kurjad“, „rõõmsad“ ja „neutraalsed“ näokujutised. Minu töö eesmärk oli leida erinevuseid pilgusuundade hinnangutes. Hinnangute tulemused ei jagunenud normaaljaotuslikult ning seetõttu analüüsiti neid Friedmani mitteparameetrilise testiga. Avastati erinevus kurja vasakule, otse ja paremale vaatava emotsiooninäo erutuvuses ( $\chi^2(2) = 10,72, p = ,005$ ). Lähedamal vaatlusel Wilcoxon'i statistikuga erinesid omavahel kuri paremale (6,25,  $SD = 2,04$ ) ja otse vaatav (6,93,  $SD = 1,95$ ) stiimulnägu ( $Z = -2,39, p = ,021$ ). Erinevused esinesid ka kurja vasakule, otse ja paremale vaatava stiimulnäo tähelepanu hinnangutes ( $\chi^2(2) = 7,45, p = ,024$ ). Wilcoxon'i statistik näitas erinevusi kurja vasakule (6,05,  $SD = 1,57$ ) ning otse (6,55,  $SD = 1,74$ ) vaatava emotsiooninäo tähelepanus ( $Z = -2,66, p = ,008$ ).

Gruppide hulgas ei esinenud erinevusi valentsi kategoorias, mis oli mõnetigi ka oodatav – see tähendab, et stiimulite edasiantav emotsioon jäi samaks kõigi variatsioonide korral. Statistiliselt olulisi erinevusi ei leitud õnneliku näo pilgusuundade variatsioonide hinnangutes ja seetõttu otsustasime nende manipulatsioone põhikatsesse mitte kaasata.

## **Valim**

Uuring viidi läbi Tartu Ülikooli keemiahoones eksperimentaalpsühholoogia laboris. Katse viidi läbi kolmanda taseme õppe kvaliteedi arendamise programmi PRIMUS tegevuse "Uuringute ja analüüside läbiviimine (2008-2015) raames ajavahemikul 01.01.2009-31.12.2014 läbiviidava uuringu "Kõrgkooli akadeemilist toimetulekut mõjutavad tegurid" all. Katsed toimusid 2014. aasta jaanuaris ja veebruaris tööpäevadel kell 12-18. Katses osales 33 vabatahtlikku katseisikut, kelleks olid 17 naist ja 16 meest vanusevahemikus 19-40 (keskmine vanus oli 24,  $SD = 5,29$ ). Katseisikuid kutsuti osalema erialaste postiloendite kaudu, sotsiaalsõrgustikest ja eksperimentaatorite tuttavate hulgast. Kõik katseisikud olid paremakäelised ning normaalse või korrigeeritud nägemisega (12 katseisikut olid prillidega ning 5 kontaktläätsetega). Kohapeal allkirjastati nõusolekuleht, millega oli palutud katseisikutel eelnevalt tutvuda ning mille sisu eksperimentaator vajadusel selgitas. Katseisikud ei olnud üldiselt teadlikud täpsetest uurimisküsimustest. Erandiks olid 2 katseisikut, kes olid katse eesmärgiga eelnevalt tutvunud, kuid kelle andmed erinevuste puudumise tõttu siiski valimisse sisse jäeti. Katseisikutel paluti vältida kahel eelneval tunnil nikotiini ja kofeiini tarvitamist ning tulla katsesse puhana.

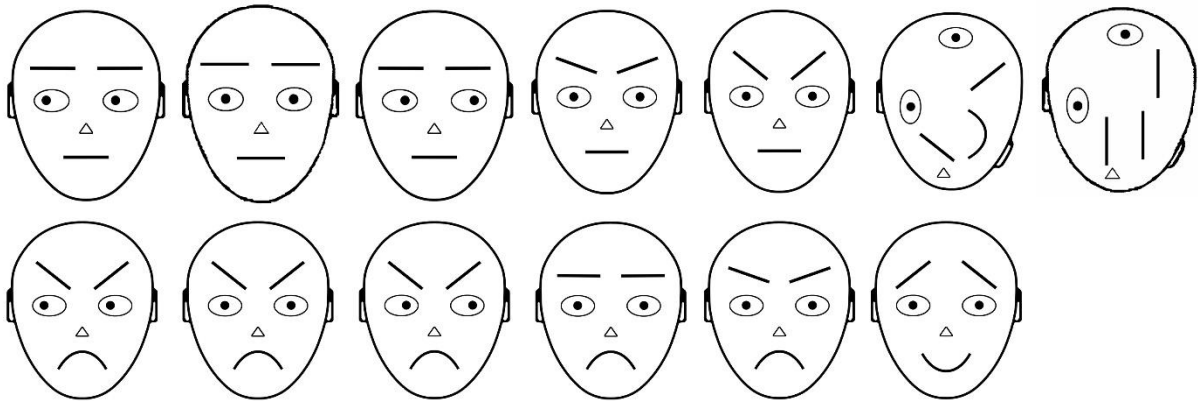
## **Stiimulid**

Stiimulitena esitati 13 must-valget 674 x 789 pikslisuurust näokujutist. Stiimulmaterjal on adapteeritud Gerly Kuke magistritöö (2010) tarbeks Öhmani ja kolleegide (2001) uuringust ja seda on kasutatud ka eelnevatel aastatel Tartu Ülikooli eksperimentaalpsühholoogia laboris läbi viidud uurimuste ja uurimistööde käigus (Sibolt, 2012; Saar, 2013; Väljaste, 2013; Kreegipuu jt., 2013). Stiimulitena on esitatud silmade, kulmude, nina ja suuga emotsionaalsed skemaatilised näod ja nägudega samadest elementidest koosnevad segamini aetud kujundid. Käesolevas töös raporteeritud eksperimendis olid esindatud „kurjad“ ja „neutraalsed“ stiimulid, üks „õnnelik“ näokujutis ja kaks „mittenäo“ kujutist. Stiimuleid esitati katseisikutele valgel taustal arvutiekraani keskel.

Konkreetselt katseks töötati välja ka mõned uued stiimulkujutised, mida eelnevates uurimustöödes pole kasutatud. Nendeks on neutraalse ja kurja näo vasakule ja paremale vaatavad manipulatsioonid, neutraalse näo 19° ja 38° ning kurja näo 0° ja 19° kulmu kaldenurga



manipulatsioonid. Ümar kujund on eelnevates katsetes esinenud pööratud kujul. Kasutatud stiimulmaterjal on esitatud joonisel 1.



*Joonis 1.* Katses kasutatud stiimulite komplekt. Nimetused vasakult paremale – neutraalne vasak, neutraalne otse (ehk neutraalne 0), neutraalne parem, neutraalne 19, neutraalne 38, ümar kujund, sirge kujund, kuri vasak, kuri otse (ehk kuri 38), kuri parem, kuri 0, kuri 19, rõõmus. Arvud 19 ja 38 viitavad kraadidele, millega kulmude kalde puhul on manipuleeritud.

### Katse käik

Stiimuleid esitati katseisikutele Mitsubishi Diamond Pro 2070SB 22" (60 Hz) arvutiekraanil. Katseprogramm esitati MATLABis (MathWorks, Inc.) ning see kohandati eelmisel aastal kasutatud programmist. Katseisikul paluti istuda toolile, mis asus ekraanist 114 cm kaugusel ning fikseerida istumiskõrgus nii, et ekraani keskel asuv rist oleks silmade kõrgusel. Katse ajal oli ruum välishelidest isoleeritud ja hämar.

Katseisikule anti instruktsioon katse jooksul võimalikult vähe liigutada ja silmi pilgutada. Katseisikule ulatati arvutihiir ja selgitati, et katse jooksul eelnevalt eksperimentaatori poolt näidatud kujundit nähes peab ta võimalikult kiiresti reageerima vasakut hiireklahvi vajutades. Enne katse algust tegi katseisik läbi lühikese kahest blokist koosneva prooviseeria ülesandega harjumiseks. Eksperimentaatorid vältisid instruktsioonide andmisel stiimulite nimetamist „nägudeks“. Selle asemel kasutati väljendeid „kujund“ ja „pilt“.

Katse koosnes neljast seeriast, millest kahes keskenduti kulmu kaldenurga varieerimisele (mille tõttu muutus näokujutiste intensiivsuse tase) ning kahes pilgusuuna muutmisele (suunaga otse, paremale ja vasakule). Katses manipuleerisime kurja ja neutraalse skemaatilise emotsiooninäo näoilmetega. Antud katsete tulemustest valmib kaks uurimistööd. Kulmu kaldenurga ning suu kuju varieerimise tulemusi käsitleb Annika Kask ning mina keskendun enda käesolevas uurimistöös pilgusuuna muutmistele tulemuste analüüsimisele ja interpreteerimisele.

Katses kasutati eesmärkstiiimulina vaheldumisi kahte „mittenäo“ kujutist (joonis 1: ümar kujund ja sirge kujund). See tähendab, et kahes seerias neljast pidi katseisik reageerima ümarale kujundile ja kahes sirgele kujundile. Vastava eesmärkstiiimuli pilti näidati katseisikule enne seeria algust. Reageerimiseks instrueeriti katseisikut eksperimentaatori poolt näidatud pilti nähes võimalikult kiiresti vasakut hiireklahvi vajutama ning registreeriti tema reaktsiooniaeg. Selle põhjal kontrollitakse, kas inimene on mõistnud ülesannet ning kas reageerimise kiirus erineb sõltuvalt sellest, millise stiiimuliga on tegemist. Seeriade järjekordi muudeti iga katseisiku jaoks, et vältida stiiimulite esinemise järjekorrast tulenevat efekti. Eesmärkstiiimuliteks valiti mittenäolised stiiimulid just selleks, et aidata kaasa nägude automaatse töötamise tekkele – jälgides valitud muutuseid mittenäolistes kujundites (erinesid vertikaalsed kriipsud stiiimuli paremas alumises küljes) ei pidanud katseisikud vahepeal harvaesinevatele ehk deviantsetele näostiiimulitele suunatud tähelepanu osutama.

Iga seeria koosnes 30 katseblokidest, iga katseblokk koosnes 43-st stiiimulist (igas blokkis esitati 25 standardit, 14 devianti, 4 eesmärkstiiimulit). Stiiimulit esitati 252 ms ja esituste vaheline aeg (ISI ehk *interstimulus interval*) oli 454 ms (kogu intervall oli kokku 704 ms). Sellise pikkusega esitusaeg valiti, sest see on vastavuses varem ilmunud uurimustega (Astikainen & Hietanen, 2009; Stefanics jt., 2012) ning eelneva katsetamise kaudu, mille puhul lühemad esitusajad kurnasid osalejaid liialt (Kreegipuu jt., 2013).

### **Optimum paradigma**

MMN katsetes on levinud *oddball* tüüpi paradigma, kus korduvalt esitatud ehk standardstiiimuleid vahetatakse juhuslikult harva esinevate deviantstiiimulitega (Astikainen & Hietanen, 2009). *Oddball* paradigma korral esitatakse üks (mõnikord ka kaks) deviantstiiimulit terve seeria jooksul 15-20 % esituskordadest. Selline katsekäik on vajalik, et katseisikul tekiks korduvalt esitatud standardstiiimulite põhjal mälujälg, millega aju hiljem harvaesinevaid deviantseid stiiimuleid ja võimalikke erinevusi võrdleb. Antud uurimuses kasutati aga *optimum* paradigmat, mille korral ühe seeria jooksul esitatakse 5 või rohkem erinevat deviantstiiimulit. Näätäneni ja kolleegide (2004) uurimus näitas, et sellise katsedisainiga saadud MMN oli vähemalt sama suure amplituudiga kui traditsioonilise ühe deviantstiiimuliga *oddball* katse puhul. Tänu sellele saab lühemate mõõtmisseeriade abil kiiremini saada samu tulemusi, mis on võrreldavad *oddball* katsega.

## EEG salvestamine

Katseisikute aju elektriline aktiivsus katse ajal salvestati elektroentsefalogrammna, kasutades 32 aktiivelektroodist ja 6 lisaelektroodist koosnevat süsteemi (Active Two, BioSemi). Salvestuspaikade asukohtadeks olid rahvusvahelise 10/20 elektroodide asukohtade süsteemi järgi FP1, AF3, F7, F3, FC1, FC5, T7, C3, CP1, CP5, P7, P3, PZ, PO3, O1, OZ, O2, PO4, P4, P8, CP6, CP2, C4, T8, FC6, FC2, F4, F8, AF4, FP2, FZ, ja CZ. Lisaelektroodidest neli paigutati silmade ümbrusesse - kaks silmade välisnurkadesse, mõõtmaks horisontaalseid silmaliigutusi ning vertikaalsete silmaliigutuste ja pilgutuste mõõtmiseks üks vasaku silma alla ja üks selle kohale. Mõlema kõrva külge kinnitati referentselektrood, mille suhtes ülejäänud elektroodide aktiivsuse erinevusi on võimalik arvutada. EEG salvestussagedus reaalsajas oli 512 Hz ja salvestusfilter 0,16-100 Hz.

## Lisamõõtmised

Enne ja pärast katset registreeriti katseisikute objektiivne väsimuse tase kriitilise vilkumissageduse (CFF ehk *critical flicker frequency*) meetodi kaudu. Katse eel fikseeriti katseisiku juhtiv silm, ta vaatas sellega 33 cm pikkuse ja 2,7 cm diameetriga CFF aparadi toru lõpus asetsevat 15,7 Hz - 46,53 Hz sagedusega vilkuvat valgusdiodi. Vilkumise sagedust sai muuta 0,1 Hz intervallidega CFF-masina küljes oleva nupuga. Katseisik keeras nuppu aeglaselt ja ühtlaselt kuni märkas üleminekut vilkuvast tulukesest seisvaks või vastupidi. Mõlemal korral (enne ja pärast katset) viidi läbi kuus üksikmõõtmist.

Enne ja pärast katset salvestati ka katseisiku puhkeoleku EEG. Mõõtmine koosnes kuuest minutipikkusest intervallist, mille jooksul paluti katseisikul vaheldumisi hoida silmi avatuna ja suletuna. Katseisikul paluti istuda rahulikult ja lõdvestunult ning püüda võimalikult vähe pilgutada.

Katse ajal paluti katseisikul iga seeria järel hinnata enda subjektiivset meeleolu ja väsimuse taset. Meeleolu skaalal paluti katseisikul teha märke numbriteta skaalal vastavalt meeleolule ja selle intensiivsusele (skaala otspunktid olid väga meeldiv – väga ebameeldiv ja väga nõrk – väga tugev) ning väsimust hinnata vastavalt skaalal 0 (väsimuse täielik puudumine) kuni 11 (maksimaalne väsimus, mida oled kunagi tundnud). Vajadusel võisid katseisikud kasutada ka arve, mis polnud skaalal välja toodud (nt 1,3 või 11-st suuremad numbrid).

Lisamõõtmiste tulemusi käesoleva uurimistöö raames ei analüüsita.

## Andmetöötlus

EEG tulemused puhastati programmis *BrainVision Analyzer 1.05*. Toorandmeid töödeldi, signaal filtreeri ning korrigeeriti ebasobivad andmed (lahitud elektrodid, tehnilised vead EEG mõõtmisel). Kasutatavad elektrodid kohandati referentselektroodidega, silmapilgutused korrigeeriti Gratton ja Coles algoritmi järgi (Gratton & Coles, 1983) ning vastavalt eesmärki stiimulite, standardite ja deviantide esinemisele jagati andmed laine-fragmentideks -200 ms enne stiimuli esinemist kuni 700 ms pärast stiimuli lõppemist. Stiimuli esinemisele eelnenud löik võrdsustati nulliga, et tagada lainetele võrdne algsuhtlus. Andmetest eemaldati löigud, milles esines suuremaid absoluut erinevusi kui 50  $\mu\text{V}$ , löigud, milles ilmnes amplituud üle 100  $\mu\text{V}$  või alla -100  $\mu\text{V}$  ning löigud, mille maksimaalse ja minimaalse amplituudi erinevus oli üle 100  $\mu\text{V}$ . Jäeti välja löigud, mis olid 100 ms jooksul väiksema aktiivsusega kui 0,5  $\mu\text{V}$  ning ühtlustamiseks deviantide ja standardstiimulite arvu, valiti standardstiimulitest välja juhuslikult 9%. Salvestatud 32-st elektrodist liideti huvialused elektrodid kolmeks analüüsitavaks suurajukoore piirkonnaks – frontaalseks, oksipitaalseks ja parietaalseks. Piirkonnad koosnesid elektroodidest AF3, AF4, F3, F4, FZ frontaalses, P3, P4, P7, P8, PO3, PO4, PZ parietaalses ning O1, OZ, O2 oksipitaalses piirkonnas. Järgnevalt analüüsist eemaldati muud mittekasutatud kanalid.

Iga katseisiku puhul keskmistati iga elektroodi salvestused iga stiimuli puhul ning saadi iga katseisiku sündmustega seotud potentsiaalid. Need signaalilöögid keskmistati omakorda üle katseisikute ja saadi summaarsed keskmistatud ERP-kõverad (*Grand Averages*). Arvutati ka standardite ja deviantide vahelise erinevuse lained (EMMNid), mis saadi deviandi töötlustest standardi töötluste lahutamise teel. Analüüsitavate katseisikute hulgast eemaldati kolm isikut, kellest ühel jäi katse poolikuks, ühel korral reageeriti valedele eesmärki stiimulitele ning ühel korral esinesid EEG salvestamisel tehnilised probleemid. Leiti keskmistatud positiivsete ja negatiivsete väljalöövide amplituudid ning nende esinemisajad ning neid kasutati edasisel analüüsil.

Keskmistatud ERP-kõverate võrdlusest eristati kahte piirkonda, kust oleks oodata MMN-i ilmumist. Nendeks olid 100-200 ms ja 180-320 ms. Sellist piirkondade valikut toetasid eelnevalt läbiviidud uurimused – näiteks Astikainen ja Hietanen (2009), kes valisid enda analüüsitavateks piirkondadeks 150-180 ms ning 280-320 ms ning Kreegipuu ja kolleegid (2013), kelle valitud intervallid olid küll jagatud 5-ks, kuid esindasid sarnaseid piirkondi. Piirkondade valikul oli abiks sündmuspotentsiaalide visuaalne vaatlus, millega prooviti

säilitada olukord, kus uuritavates piirkondades esineksid võimalikult tugevalt täielikud sündmuspotsentiaalide väljalöögid.

Reaktsiooniaegade ja küsimustike andmeid töödeldi programmides *Microsoft Excel 2013* ning *IBM SPSS Statistics 20*. Reaktsiooniaegade analüüsimisel jäeti välja kõik reageerimised, mis toimusid alla 100 ms jooksul pärast stiimuli ekraanile ilmumist. Programmis esineva vea tõttu ilmnis 22 intsidenti, kus reaktsiooniaeg oli miinusmärgiga ning ka need eemaldati lõplikust analüüsist. Selgus, et reaktsiooniajad ei olnud normaaljaotuslikud ning seetõttu analüüsiti neid Mann-Whitney U mitteparameetrilise testiga. Katse lõpus täidetud enesekohaseid küsimustikke hinnati Friedman'i mitteparameetrilise testiga ning hinnanguid eel- ja põhikatses võrreldi Mann-Whitney U testiga

## Tulemused

### Subjektiivsed stiimulite hinnangud

Stiimulite hinnangute aritmeetilised keskmised ning standardhälbed on toodud allpool esitatud tabelis 1. Valentsi puhul hinnati kõige kõrgemalt (kui õnnetu, kurb, ärritunud, rahulolematu) nii vihast vasakule kui vihast otse vaatavat nägu, kõige madalamalt aga rõõmsat näostiimulit (kui õnnelik, rahulolev, rõõmus, lootusrikas). Põhikatses ei leitud statistilisi erinevusi neutraalse ning kurja stiimulnäo pilgusuundade valentsihinnangute võrdlusel. Selline tulemus on kooskõlas ka eelkatses ilmnenu hinnangutega.

Põhikatses esitatud standard- ja eesmärktiimulitest hinnati eelkatses vaid vertikaalselt kõvera joonega mittenäolist stiimulit (joonisel 1 „ümar kujund“). Võrreldes eelkatse ning põhikatses hinnanguid, ei leitud statistilisi erinevusi selle kujutise valentsis, erutuvuses, tähelepanus ega strateegias. Seetõttu järgnevates alapeatükkides nendel ei peatuta. Erinevused esinesid aga küll kurja (8,13,  $SD = 1,21$ ), rõõmsa (2,78,  $SD = 1,6$ ) ning neutraalse (4,91,  $SD = 0,93$ ) otse vaatava stiimulnäo hinnangutes ( $F(2,62) = 171,344$ ,  $p < 0,001$ ). Edasisel võrdlusel ilmnes, et erinevused esinesid nii neutraalse ja kurja, kurja ja rõõmsa kui ka neutraalse ja rõõmsa vahel (kõigi puhul  $p < ,001$ ).

Võrreldes eelkatse tulemusi katse tulemustega, leiti erinevused kurja vasakule vaatava ( $Z = -2,07$ ,  $p = ,039$ ) ning kurja paremale vaatava ( $Z = -2,25$ ,  $p = ,025$ ) stiimulnäo valentsis. Eelkatses hinnati kurja vasakule vaatava näo valentsi madalamalt (7,33,  $SD = 1,9$ ) kui katse ajal (8,12,  $SD = 1,26$ ). Sama esineb ka kurja paremale vaatava näo eelkatse (7,25,  $SD = 1,8$ ) ja katse (8,06,  $SD = 1,24$ ) tingimustes.

Tabel 1. Põhikatses hinnatud enesekohaste küsimustike tulemuste aritmeetilised keskmised (*M*) ja standardhälbed (*SD*).

Stiimul	Valents		Erutuvus		Tähelepanu		Strateegia	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Kuri vasak	8,13	1,26	6,25	2,19	6,03	2,28	5,16	3,03
Kuri otse	8,13	1,21	6,59	2,18	6,47	2,05	4,9	3,25
Kuri parem	8,06	1,24	6,56	2,12	5,88	2,15	5,34	3,27
Neutraalne vasak	4,94	1,19	4,00	1,59	3,53	1,93	6,21	2,81
Neutraalne otse	4,91	0,93	4,25	1,52	3,84	1,9	6,38	2,72
Neutraalne parem	5,34	1,04	4,00	1,61	3,78	2,08	5,56	2,84
Rõõmus	2,78	1,6	4,53	2,04	5,56	1,85	5,35	2,81
Sirge kujund	5,31	1,6	5,13	2,14	8,25	0,98	5,19	3,59
Ümar kujund	4,28	1,96	5,74	2,42	7,87	1,38	4,65	3,51

Erutavuse skaalal said kõige kõrgemad hinnangud kuri otse, vasakule ning paremale vaatav nägu (hinnatud kui põnevil, erutatud, hullunud, innustatud) ning skaala alumisse ossa jäid neutraalne otse, vasakule ning paremale vaatav nägu (hinnatud kui unine, rahulik, lõõgastunud, mitteerutunud). Põhikatses ei erinenud pilgusuundade tulemused ka erutavuse skaalal üksteisest statistiliselt. Küll aga esinesid erinevused põhikatses rõõmsa, kurja ja neutraalse näo hinnangutes ( $F(2,62) = 15,966, p < 0,001$ ). Gruppide täpsemal uurimisel Wilcoxon'i gruppide võrdlusega selgus, et erinevused esinesid rõõmsa ( $4,53$   $SD = 2,04$ ) ja kurja otse ( $6,59, SD = 2,18$ ) vaatava näo ( $Z = -5,59, p < ,001$ ) ja neutraalse ( $4,25, SD = 1,52$ ) ja kurja otse ( $6,59, SD = 2,18$ ) vaatava näo puhul ( $Z = -6,33, p < ,001$ ), kuid mitte neutraalse ja rõõmsa otse vaatava näostiimuli puhul. Eelkatse ja katse tingimustes ei erinenud statistiliselt omavahel erutavuse tingimused ühegi stiimuli puhul.

Tähelepanu hinnangu skaalal hinnati kõige kõrgemalt (kui tähelepanu tõmbav, vastupandamatu) vertikaalselt kõvera ning sirge joonega mittenäokujutisi (joonisel 1 esindatud kui ümar ja sirge kujund) ning skaala madalamas osas (kui „ei tõmmanu üldse tähelepanu“, „ei märganudki“) paiknesid neutraalne otse, vasakule ning paremale vaatav emotsiooninägu. Ka tähelepanu hinnangutes ei esinenud statistilisi erinevusi pilgusuundade mõjus. Statistiline erinevus esines küll neutraalse ( $3,84, SD = 1,9$ ) ja kurja otse ( $6,47, SD = 2,05$ ) vaatava näo ( $Z$

= -5,88,  $p < ,001$ ) ning neutraalse ja rõõmsa (5,56,  $SD = 1,85$ ) otse vaatava näo ( $Z = -4,13$ ,  $p < ,001$ ), aga mitte rõõmsa ja neutraalse otse vaatava näo vahel. Eelkatse ja põhikatses tingimustes erinesid üksteisest neutraalse vasakule vaatava näo hinnangud ( $Z = -2,29$ ,  $p = ,022$ ). Eelkatses hinnati seda kõrgemalt (4,6,  $SD = 1,87$ ) kui põhikatses (4,  $SD = 1,59$ ).

Kõige kujundilisemaks hinnati neutraalset otse, vasakule ning paremale vaatavat nägu ning kõige verbaalsemaks hinnati skaala alumisse otsa jäävaid stiimuleid, milleks olid otse vaatav kuri nägu ning vertikaalselt kõvera suuga mittenägu. Kurja ja neutraalse näokujundi pilgusuundade strateegia hinnangutes ei esinenud statistiliselt olulisi erinevusi eel- ega põhikatses. Erinesid aga hinnangud neutraalsele otse vaatavale näole eel- ja põhikatses tingimustes ( $Z = -2,62$ ,  $p = ,009$ ), kus eelkatses (4,98,  $SD = 2,47$ ) hinnati seda madalamalt kui põhikatses (6,41,  $SD = 2,98$ ). Erinevused esinesid ka neutraalse paremale vaatava näo hinnangutes ( $Z = -2,37$ ,  $p = ,018$ ), kus eelkatses (4,77,  $SD = 2,69$ ) hinnati seda oluliselt madalamalt kui põhikatses (6,38,  $SD = 2,72$ ).

### **Reaktsiooniajad**

Reaktsiooniajad salvestati neljas seerias, millest kahes paluti katseisikul reageerida vertikaalse sirgete kriipsudega mittenäole (joonisel 1 esindatud kui sirge kujund) ning kahes vertikaalselt kõvera joonega mittenäole (joonisel 1 esindatud kui ümar kujund). Kahes seerias esinesid deviantstiimulitena kulmukaare ja kahes pilgusuuna manipulatsioonid. Edasisel analüüsil keskendutakse vaid kahele seeriale, milles kasutati pilgusuuna manipulatsioone. Reaktsiooniaegade arvutamisest jäi välja 3 katseisikut, kellest üks jättis katse pooleli, üks reageeris valedele stiimulitele ja üks jättis hiireklahvile vajutamata (teises seerias oli tal eesmärkstiimuli möödalaskmisi 100%).

Esimeses seerias, kus eesmärkstiimuliks oli sirge kujund, reageeriti valesti 103-l korral (vajutati hiireklahvi, kui tegemist polnud katseisikule eelnevalt näidatud eesmärkstiimuliga). Antud juhused moodustasid kõigist võimalikest esitatud stiimuleist 0,26%. Kõige enam aeti eesmärkstiimulit segi ümarate joontega mittenäokujutisega. Kõikidest valesti registreerimistest selles seerias moodustas 80,6% reageerimine sirgele kujundile (83 korda). Eesmärkstiimulile reageerimata jäeti 328 korral (9% eesmärkstiimulite koguarvust, 0,84% kõigi stiimulite arvust). Välistades alla 100 ms reageerimised (49 korda), saadi keskmine reaktsiooniaeg õigele eesmärkstiimulile 424,39 ( $SD = 76,56$ ).

Tabel 1. Reageerimiste ja reageerimata jätmiste arv esimeses katseseerias. Välja on jäetud alla 100 ms reageerimised (49 intsidenti) ja programmivead (11 intsidenti).

		Reaktsiooniajad		Kokku
		Ei reageeritud	Reageeriti	
Stiimul	Kuri	1815	5	1820
	Õnnelik	1818	2	1820
	Neutraalne	1815	5	1820
	Kuri parem	1818	2	1820
	Neutraalne parem	1816	2	1818
	Kuri vasak	1819	1	1820
	Neutraalne vasak	1817	3	1820
	Ümar kujund	1814	6	1820
	Ümar kujund standardina	20795	77	20872
	Sirge kujund	328	3312	3640
Kokku		35655	3415	39070

Teises seerias, kus eesmärktiimuliks oli ümar kujund, reageeriti valesti 82-l korral (arvestatud on üle 100 ms reageeringud). Antud juhused moodustasid kõigist esitatud stiimuleist 0,21%. Kõige enam aeti eesmärktiimulit segi sirgete joontega mittenäokujutisega. Kõikidest valesti reageerimise kordadest moodustus sirgete joontega mittenäokujutisele reageerimine 46 korda ehk 56,1%. Eesmärktiimulile reageerimata jäeti 184-l korral (5,1% eesmärktiimulite koguarvust, 0,48% kõigi stiimulite koguarvust). Seerias 2 oli alla 100 ms reageerimisi 23 ning üks programmiveast tulenenud miinusmärgiga reaktsiooniaeg. Välistades alla 100 ms reageerimised, saadi keskmine reaktsiooniaeg õigele eesmärktiimulile 424,01 ( $SD = 77,72$ ). Kahe tingimuse reaktsiooniaegade vahel ei leitud statistiliselt olulist erinevust ( $Z = -0,48$ ,  $p = ,962$ ).



Tabel 2. Reageerimiste ja reageerimata jätmiste arv teises katseseerias. Välja on jäetud alla 100 ms kiirused reaktsiooniajad (23) ja programmivead (1 intsident).

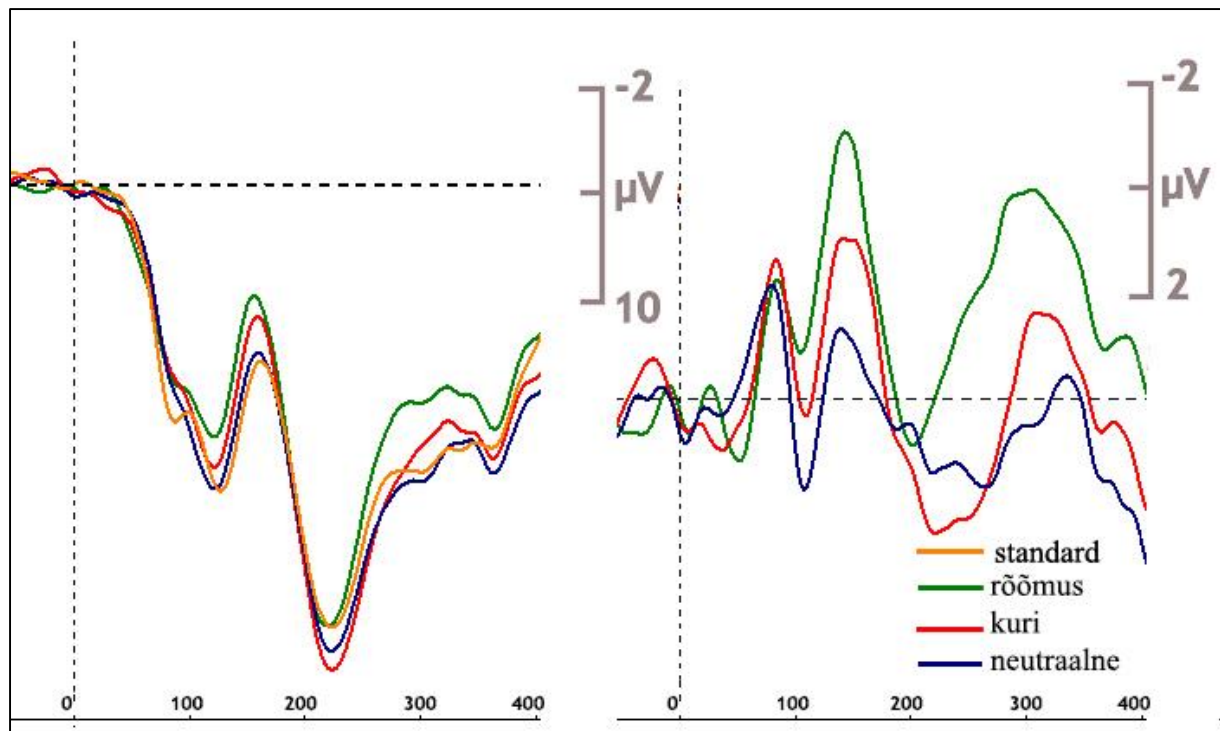
		Reaktsiooniajad		Kokku
		Ei reageeritud	Reageeriti	
Stiimul	Kuri	1792	8	1800
	Õnnelik	1792	8	1800
	Neutraalne	1797	3	1800
	Kuri parem	1789	11	1800
	Neutraalne parem	1798	2	1800
	Kuri vasak	1797	3	1800
	Neutraalne vasak	1799	1	1800
	Ümar kujund	184	3416	3600
	Sirge kujund	1794	6	1800
	Sirge kujund standardina	20636	40	20676
Kokku		35178	3498	38676

## EEG

MMN-i analüüsiks suurema stiimulite arvu saamiseks liideti kahe erineva seeria keskmistatud ERP tulemused kokku, sest mõlemas esitati mittenäoline standard ning samad deviantstiimulid. Seda otsust toetavad ka reaktsiooniaegade tulemused, milles ei ole mittenäolistele kujutistele reageerimises statistiliselt olulisi erinevusi, ning enesekohaste hinnangute tulemused, milles ei erinenud omavahel mittenäokujutised valentsis, erutuvuses, tähelepanus ega strateegiavalikus.

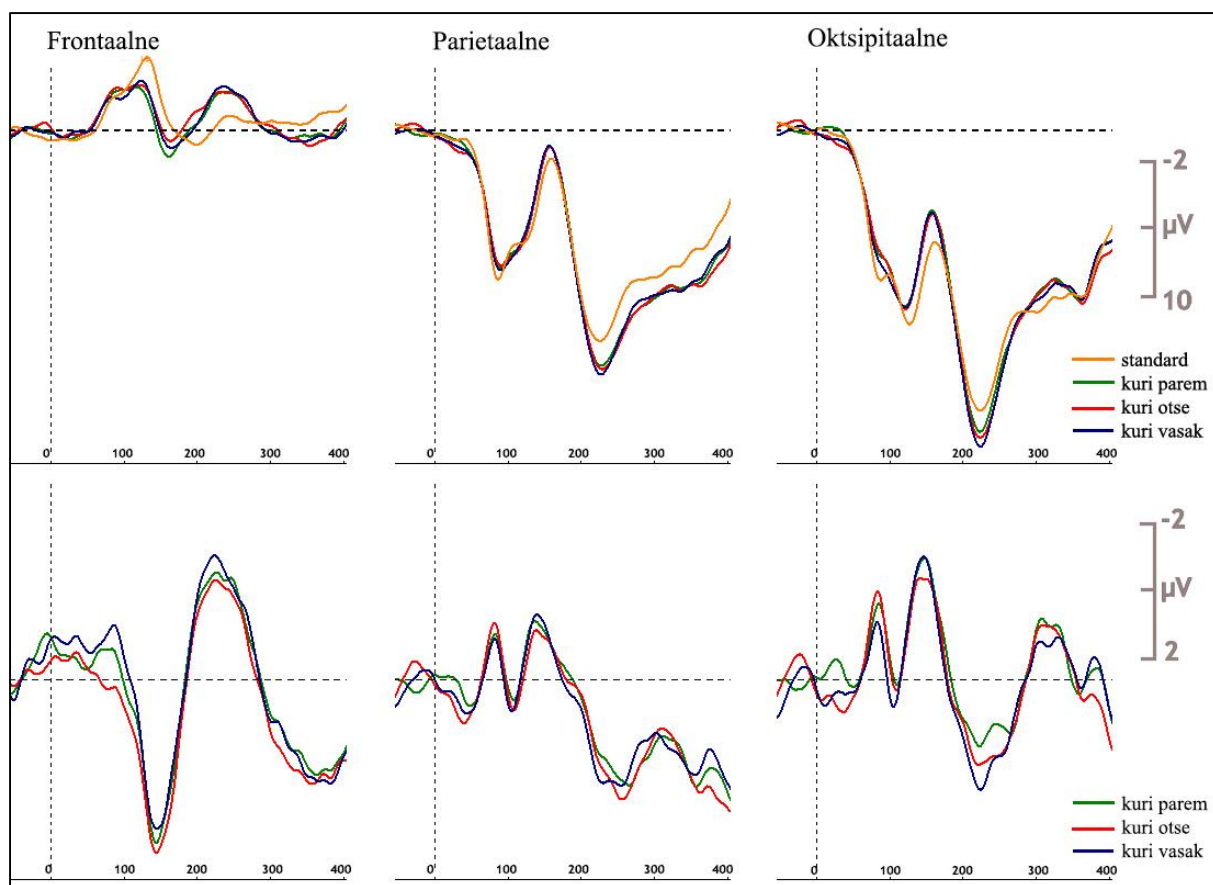
Võrreldes standardeid ja deviante, leiti statistilised olulisused suuremas jaos otsmikusagara piirkonnas. Kahes tingimuses esines erinevusi ka kuklasagara piirkonnas. Omavahel võrreldi kolmeste gruppidega vihast, rõõmsat ja neutraalset nägu, kurja vasakule, otse ja paremale vaatavat nägu ning neutraalset vasakule, otse ja paremale vaatavat nägu.

Rõõmus, kuri ja neutraalne otse vaatav nägu erinesid standardist nii 100-200 ms kui ka 180-320 ms piires frontaalses piirkonnas. Esimeses ajavahemikus (100-200 ms) eristusid standardist ( $M = 180,38$ ) positiivse väljalöögi esinemisaja poolest  $t$ -testiga analüüsides kuri ( $M = 156,13$ ,  $t(118) = 5,3$ ,  $p < ,001$ ), rõõmus ( $M = 160,68$ ,  $t(118) = 4,36$ ,  $p < ,001$ ) ning ka neutraalne ( $M = 164,23$ ,  $t(118) = 4,89$ ,  $p = ,001$ ) otse vaatav stiimulnägu.



Joonis 2. Vasakul on esitatud kuklasagara piirkonnas röömsa, kurja ja neutraalse otse vaatava deviantse emotsiooninäo ning mittenäolise standardi ERP kõverad ning paremal samade deviantstiimulite ja standardi võrdlus ehk EMMN kõver.

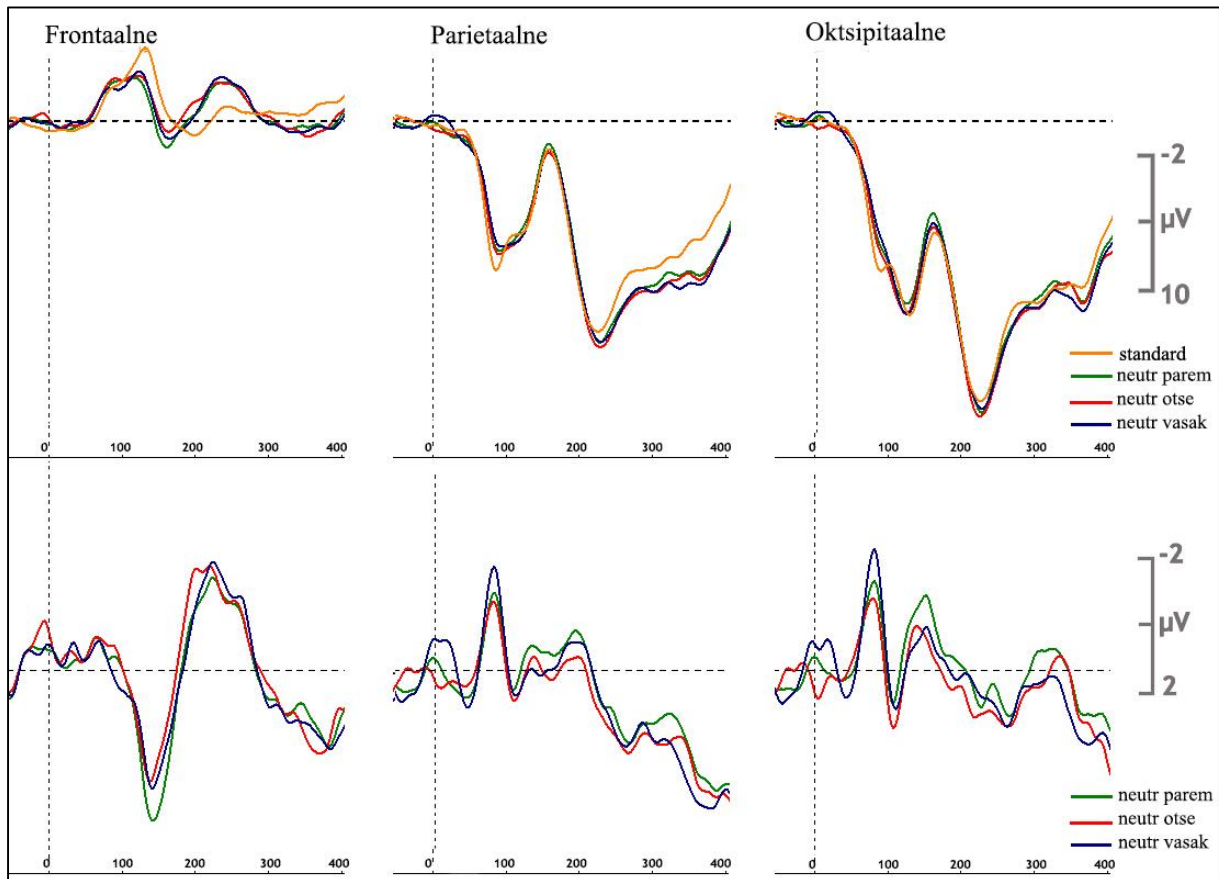
Ka hilisemas, 180-320 ms ajavahemikus, erinesid otsmikusagara piirkonnas standardist ( $M = 235,32$ ) maksimaalse väljalöögi esinemisaja poolest kuri ( $M = 256,53$ ,  $t(118) = -2,08$ ,  $p = ,039$ ), neutraalne ( $M = 256,33$ ,  $t(118) = -2,11$ ,  $p = ,037$ ) ja röömus ( $M = 256,07$ ,  $t(118) = -2,1$ ,  $p = ,034$ ) otse vaatav nägu. Negatiivse väljalöögi esinemisaja poolest erinesid teises ajavahemikus standardist ( $M = 135,3$ ) kuri otse ( $M = 137,5$ ,  $t(118) = 2,16$ ,  $p = ,033$ ) ja röömus otse vaatav nägu ( $M = 137,35$ ,  $t(118) = 2,21$ ,  $p = ,029$ ). Kuklasagara piirkonnas esines erinevusi esimeses ajavahemikus röömsa näokujutise ( $M = 168,77$ ) võrdlusel standardstiimuliga ( $M = 155,32$ ) maksimaalse amplituudi algusajas ( $t(118) = -2,1$ ,  $p = ,038$ ). Joonisel 2 on esitatud samade stiimulite kuklasagara piirkond – kuigi statistika leitud ei toeta, on jooniselt näha mõlema ajavahemiku puhul röömsa standardnäo varajasemat algust ning kõrgemat amplituudi. Samuti selgub EMMN kõveraid vaadates, et emotsiooni kandvaid nägusid (kurja ja röömsat) eristatakse mittenäolisest standardstiimulist paremini kui neutraalset nägu.



*Joonis 3.* Frontaalselt, parietaalselt ja oktsipitaalselt mõõdetud ERP tulemused kurja emotsiooninäo pilgusuundade manipulatsioonide korral. Ülemisel paneelil on kujutatud kurja pilgusuuna muutusega deviantstiimulite ja mittenäolise standardstiimuli ERP kõverad, alumisel paneelil samade deviantstiimulite ja standardi võrdlused ehk EMMN kõverad.

Pilgusuundade poolest esinesid esimeses ajavahemikus kurja näo puhul (joonis 3) statistiliselt olulised erinevused otsmikusagaras maksimaalses amplituudis. Nimelt erines standardist positiivse väljalöögi poolest ( $M = 1,18$ ) kuri otse ( $M = 1,88$ ,  $t(118) = -2,1$ ,  $p = ,038$ ) ja kuri paremale ( $M = 1,83$ ,  $t(118) = -1,98$ ,  $p = ,05$ ) vaatav stiimulnägu. Positiivse väljalöögi esinemisaja poolest erinesid 100-200 ms ajavahemikus otsmikusagara piirkonnas standardist ( $M = 180,38$ ) kuri otse ( $M = 156,13$ ,  $t(118) = 5,3$ ,  $p < ,001$ ), kuri vasakule ( $M = 163,75$ ,  $t(118) = 3,94$ ,  $p < ,001$ ) ning kuri paremale ( $M = 158,73$ ,  $t(118) = 3,63$ ,  $p < ,001$ ) vaatav stiimul. Ka negatiivse väljalöögi amplituudi poolest erines kuri otse vaatav stiimul ( $M = -1,98$ ,  $t(118) = -2,22$ ,  $p = ,028$ ) otsmikusagaras esimeses ajavahemikus standardist ( $M = -2,56$ ). 180-320 ms ajavahemikus pilgusuundade võrdlemisel maksimaalses amplituudis statistilisi olulisusi ei leitud. Teises ajavahemikus esinesid erinevused standardist ( $M = 257,85$ ) negatiivse väljalöögi

esinemisaja poolest otsmikusagaras kurja vasakule ( $M = 240,53$ ,  $t(118) = 2,23$ ,  $p = ,028$ ) vaatava emotsiooninäo puhul. Negatiivse väljalöögi amplituudi poolest erinesid standardist ( $M = -1,45$ ) kuri vasakule ( $M = -2,22$ ,  $t(118) = 2,37$ ,  $p = ,02$ ) ja paremale ( $M = -2,30$ ,  $t(118) = 2,66$ ,  $p = ,009$ ) vaatav emotsiooninägu. Mainitud muutused kurja pilgusuuna tingimustes on esindatud joonisel 3 ülemises paneelis.



*Joonis 4.* Frontaalselt, parietaalselt ja oksipitaalselt mõõdetud ERP tulemused neutraalse emotsiooninäo pilgusuundade manipulatsioonide korral. Ülemisel paneelil on kujutatud neutraalse pilgusuuna muutusega deviantstiimulite ja mittenäolise standardstiimuli ERP kõverad, alumisel paneelil samade deviantstiimulite ja standardi võrdlused ehk EMMN kõverad.

Neutraalsete pilgusuundade puhul (esindatud joonisel 4 ülemises paneelis) ilmned statistilised erinevused standardist ( $M = 180,38$ ) esimeses ajavahemikus neutraalse otse ( $M = 164,23$ ,  $t(118) = 4,89$ ,  $p = ,001$ ), vasakule ( $M = 160,55$ ,  $t(118) = 4,14$ ,  $p < ,001$ ) ning neutraalse paremale ( $M = 164,53$ ,  $t(118) = 3,63$ ,  $p < ,001$ ) vaatava kujundi puhul positiivse väljalöögi esinemisajas. Hilisemas ajavahemikus positiivse väljalöögi esinemisajas eristus vaid neutraalne

otse vaatav stiimul ( $M = 256,33$ ,  $t(118) = -2,11$ ,  $p = ,037$ ). Negatiivse väljalöögi amplituudi poolest erinesid teises ajavahemikus otsmikusagaras standardist ( $M = -1,45$ ) aga neutraalne otse ( $M = -2,12$ ,  $t(118) = 2,18$ ,  $p = ,032$ ), neutraalne paremale ( $M = -2,07$ ,  $t(118) = 1,98$ ,  $p = ,05$ ) ning neutraalne vasakule ( $M = -2,26$ ,  $t(118) = 2,55$ ,  $p = ,012$ ) vaatav näokujutis.

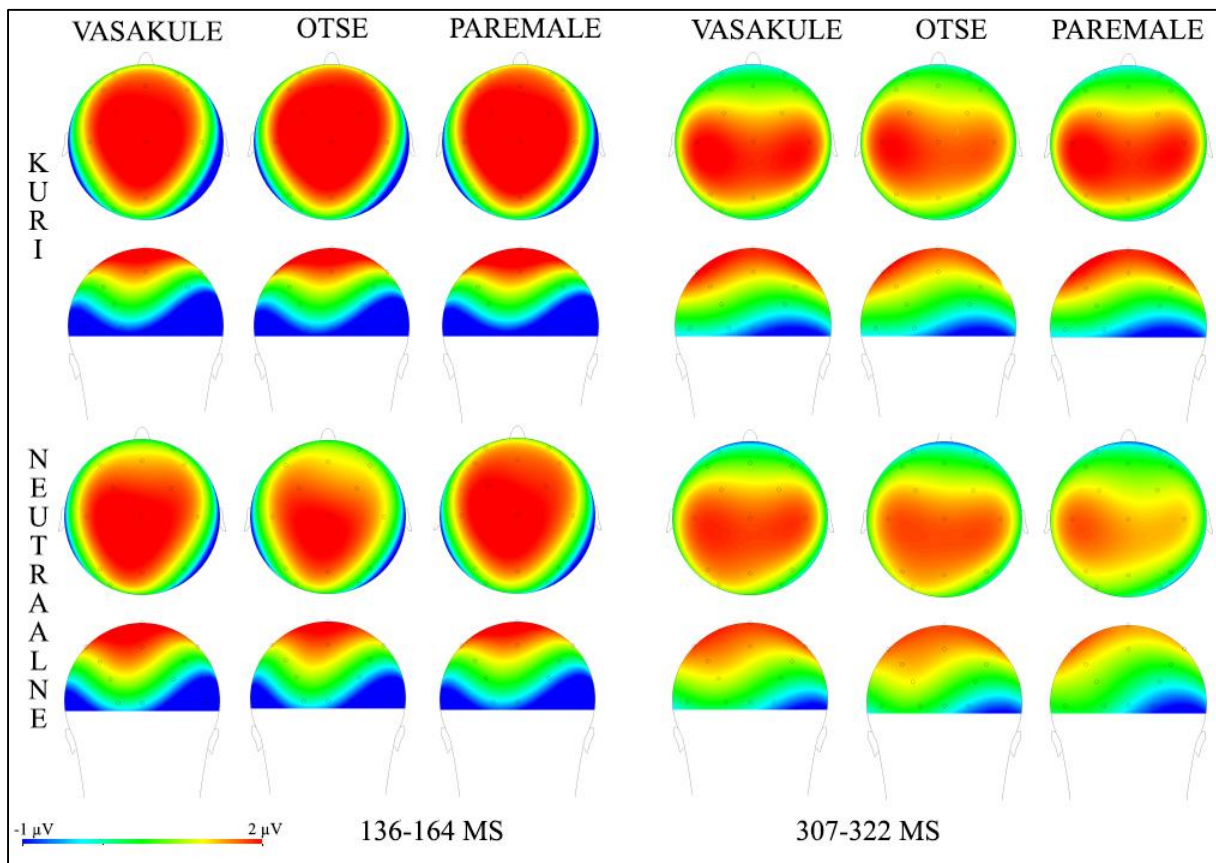
Leitud lahknevusnegatiivsuse (EMMN) lainete kõveraid võrreldes ilmnesid erinevused otse vaatava rõõmsa ( $M = 246,96$ ), kurja ( $M = 244,81$ ) ja neutraalse ( $M = 232,92$ ) näo töötluse vahel (joonis 2, parempoolne paneel) teises ajavahemikus kuklasagara piirkonnas negatiivse väljalöögi esinemisajas ( $F(2, 116,44) = 3,62$ ,  $p = ,001$ ). Vaadeldavad grupid rikkusid homogeensuse eeldust ning Games-Howell post hoc testiga leiti oluline erinevus neutraalse ja rõõmsa otse vaatava näo töötlusel ( $p = ,008$ ), kuid mitte rõõmsa ja kurja või kurja ja neutraalse emotsiooninäo töötlusel.

Erinevused esinesid ka neutraalse pilgusuuna tingimustes (esitatud joonisel 4 alumisel paneelil), kus otsmikusagara piirkonnas erinesid üksteisest esimeses ajavahemikus negatiivse väljalöögi esinemisaja poolest üksteisest neutraalne paremale ( $M = 165,15$ ), otse ( $M = 173,47$ ) ja vasakule ( $M = 167,12$ ) vaatav emotsiooninägu ( $F(2, 117,41) = 3,69$ ,  $p = ,028$ ). Vaadeldud grupid rikkusid homogeensuse eeldust ja seega leiti Games-Howelli post hoc testiga erinevus otse ja paremale vaatava neutraalse emotsiooninäo negatiivse väljalöögi esinemisaja vahel ( $p = ,024$ ). Teises ajavahemikus erinesid otsmikusagara piirkonnas üksteisest neutraalne vasakule ( $M = 259,67$ ), otse ( $M = 253,87$ ) ja paremale ( $M = 258,49$ ) vaatav näokujutised negatiivse väljalöögi esinemisaja poolest ( $F(2, 177) = 3,62$ ,  $p = ,029$ ). Tukey HSD post hoc test näitas, et erinevused ilmnesid neutraalse otse ning vasakule vaatava emotsiooninäo vahel ( $p = ,024$ ). Neutraalse pilgusuuna tingimuste EMMN-i tulemusi illustreerib joonis 5 alumine paneel, kus on välja toodud positiivsus- ja negatiivsuspiirkondade jaotuvust kahel uuritava ajalõigul.

Napilt jäi statistilisest olulisusest välja esimeses ajavahemikus otsmikusagaras esinenud positiivse väljalöögi erinevus rõõmsa ( $M = -1,55$ ), neutraalse ( $M = -1,53$ ) ning kurja ( $M = -1,19$ ) otse vaatava näostiimuli töötluse puhul ( $F(2, 177) = 2,89$ ,  $p = ,058$ ). Tukey HSD post hoc test näitas statistilise erinevuse esinemist kurja ning neutraalse otse vaatava stiimulnäo töötlusel ( $p = ,054$ ).

Joonisel 5 on esindatud ülevaatlilikud pildid kurja (ülemine paneel) ning neutraalse (alumine paneel) näo pilgusuundade poolt tekitatud EMMN-idest. Statistiliselt erinesid neutraalse näo tingimused mõlemas ajavahemikus. Esimeses ajavahemikus ilmnesid lahknevused otse ja paremale ning teises otse ning vasakule vaatava emotsiooninäo puhul, kusjuures mõlemal

korral esines otse vaatava neutraalse emotsiooninäo puhul negatiivne väljalöökk varem. Sellist erinevust ei tekkinud kahjuks kurjade näovariatsioonide puhul. Visuaalsel vaatlusel on näha muutusi negatiivse ja kurja tingimuse kõrvutamisel, kus kurja emotsiooninäo poolt tekitatud EMMN hõlmab veidi suurema negatiivsuseala kui neutraalse emotsiooninäo oma. Selline kalduvus ilmneb mõlema ajavahemiku korral. Negatiivsuse ilmnemine teises ajavahemikus vaid parempoolses ajupoolkeras ühtib Stefanics, Csukly, Komlósi, Czobor ja Czigler (2012) tulemustega, kes leidsid, et negatiivsete emotsioonide puhul (näiteks hirm) esineb MMN tugevamalt paremas ajupoolkeras (195-275 ms ja 360-390 ms) ning positiivsete puhul (rõõm) pigem vasakus poolkeras. Xu ja kolleegid (2013) raporteerisid kurbade näostiimulite vaatamisel tugevamat EMMNi paremas ajupoolkeras (kuid ainult naissoost katseisikutel). Sellised leiud viitavad hemisfäärilisele eristumisele positiivsete ja negatiivsete emotsioonide automaatses töötlemises.



*Joonis 5.* Kurja ja neutraalse stiimuli EMMN ajukoos pealt- ning kuklavaates. Ülemisel paneelil on vasakult poolt esitades kuri vasakule, otse ning paremale vaatav stiimulnägu. Alumisel paneelil on neutraalne vasakule, otse ning paremale vaatav stiimulnägu.

### Arutelu ja järeldused

Antud seminaritöös uuriti emotsiooni edasikandvate skemaatiliste nägude töötamise eristumist mittenäolistest stiimulitest. Võimalikult automaatse töötamise tagamiseks kasutati katses mittenäolisi eesmärkstiimuleid, mille ülesanne oli hoida tähelepanu eemal esitatud emotsionaalse sisuga nägudelt (deviantidelt). Mõlemas seerias olid ka kõige sagedamini esinevad stiimulid (standardid) nägudest erinevate omadustega ning koos eesmärkstiimulitega moodustasid mittenäolise kategooria, mille eesmärgiks oli hoida ära näostiimulitele tähelepanu pööramist ja püüda tagada lahknevusnegatiivsuse teket.

Nägude erilist töötlust on tõestatud mitmeid kordi. Ka ERP uurimustes on avaldunud nägude ja mittenägude erinev tajumine. Näiteks Pegna ja kolleegide (2004) uurimusest ilmnes, et nägusid avastatakse palju varem kui sõnu või objekte (vastavalt 100 ms või 200 ms ajal), Streit, Wölwer, Brinkmeyer, Ihl ja Gaebel (2000) leidsid, et 180-300 ms ajavahemikus ilmnemid suured amplituudid emotsionaalsete nägude tajumisel, kuid hägustatud nägude ja objektide puhul olid need praktiliselt olematud. Sellised tulemused annavad alust arvata, et nägu nägude seas avastatakse ja töödeldakse teisiti kui nägu mittenägude seas. Ka käesolevas uurimuses ilmnemid erinevused mittenäoliste standardite ning emotsiooninäo ERP-kõverates.

Reaktsiooniaegades ilmnemid sarnaste tulemuste põhjal võib arvata, et mittenäolisi kujutisi teadvustati sarnaselt. Seda argumenti toetavad ka enesekohaste hinnangute küsimustikes kahe kujundi sarnased tulemused nii põhikatses kui ka eel- ja põhikatses võrdlusel. Selle poolt räägib ka asjaolu, et esimeses seerias aeti kõige rohkem segi mittenäolisi kujundeid, millest üks oli eesmärkstiimul ning teine esines standardina. Ümarale kujundile reageerimine sirge kujundi asemel moodustas 80,6% valesti reageeritud kordadest). Selline tugev tendents ei ilmnemid kahjuks aga teise seeria puhul, kus katseisikutel paluti reageerida sirgele kujundile (vaid 56,1%). Tuginemid keskmistele reaktsiooniaegadele (mis olid kahes seerias peaaegu identsed) ning ühtlasi ka suurele mittenägude segiajamise protsendile, võib järeldada, et katseisikud olid piisavalt hõivatud eesmärkstiimulitele reageerimisega, mis tähendab seda, et *optimum* paradigmas esitatud standard- ja deviantstiimulitele pöörati minimaalselt tähelepanu.

Enesekohaste hinnangute puhul ei leitud statistilisi erinevusi neutraalse ning kurja stiimulnäo pilgusuundade valentsis. Seega ei suudetud tõestada hüpoteesi (hüpotees 3), mis väitis, et enesekohaste hinnangute küsimustikes hinnatakse kurja otse vaatavat nägu erutuvuse skaalal tugevamalt kui kõrvale vaatavat kurja nägu. Selliseks hüpoteesiks andsid alust eelkatse tulemused, kus erutuvuse poolest erinesid omavahel kuri otse ning paremale vaatav



emotsiooninägu ning tähelepanu poolest kuri otse ning vasakule vaatav nägu. Kuigi eelkatses avaldunud erinevusi ei suudetud põhikatses käigus korrata, on need tulemused siiski mõneti loogilised. Põhikatses hindasid katseisikud stiimulmaterjali pärast EEG katset, mis kestis umbes poolteist tundi. Esiteks võis suurt rolli mängida kurnatus – paljud katseisikud raporteerisid tugevat väsimustunnet, mida põhjustas kiire stiimulpiltide vaheldumine. Ühtlasi vaatasid osalejad katse käigus deviantstiimuleid üsna pika ajaperioodi jooksul ning stiimulid esinesid suurel hulgal korral (iga devianti esitati 60 korda katseisiku kohta). Sellised faktorid võisid võrreldes eelkatsega katseisikute hinnanguid mõjutada, vähendades muuhulgas uudsuse efekti. See, et erinevused esinesid kurja, rõõmsa ja neutraalse otse vaatava stiimuli valentsis, näitab aga, et näod esindasid katseisikutele erineva varjundiga emotsioone ning mõneti aitavad kaasa stiimulmaterjali valiidsusele. See et põhikatses strateegiavaliku hinnangud stiimulite puhul ei erinenud ning keskmised ei ulatu skaala otspunktide lähedale, võiks viidata sellele, et strateegia valikul ei olnud inimesed ühel nõul. Sellele viitab ka teiste tulemustega kõrvutades võrdlemisi suur standardhälve.

Kõrvutades visuaalselt omavahel neutraalse pilgusuuna variatsioonide EMMN kõveraid, ilmneb parietaalses piirkonnas esimeses ajavahemikus tendents, et neutraalset paremale vaatavat emotsiooninägu tuvastatakse varem, kui otse või vasakule vaatavat emotsiooninägu ning selle amplituud ulatub kõrgemale. Kuklasagaras ilmnevad kahes erinevas uuritud ajaintervallis kõige tugevamalt kaks negatiivse suunaga väljalööki ning ka seal ilmneb olukord, kus neutraalse paremale vaatava emotsiooninäo negatiivne väljalöök algab varem ning tema amplituud on suurem. See ilmneb mõlemas ajavahemikus.

Kurja emotsiooninäo pilgusuundade MMN-lainete puhul ilmneb vaatlusel, et varases ajavahemikus tekitavad kuklapiirkonnas kuri vasak ning parem kõrgemaid negatiivseid väljalööke kui kuri otse vaatav nägu. Teises ajavahemikus aga on kõrgema väljalöögiga kuri parem ning otse vaatav stiimul. Parietaalses alas esineb esimeses ajavahemikus kurjal vasakule vaataval stiimulnäol teistest veidi kõrgem amplituud. Ka siin ei ole leiud statistiliselt olulised ning seega ei saa väita, et otse või kõrvale vaatava kurja näo puhul oleks tegemist eelistõõtlusega.

Niisiis ei leidnud tõestust teine hüpotees (hüpotees 2), mis väitis, et otse vaatava negatiivse emotsiooninäo tekitatud EMMN laine on suurema amplituudiga või lühema latentsiajaga kui kõrvale vaatava negatiivse emotsiooninäo tekitatud EMMN. Kurja stiimulnäo pilgusuuna variatsioonide joonistel ilmneb esimese negatiivse väljalöögi ajal nii parietaalses kui oksipitaalses piirkonnas, et otse vaatava stiimuli amplituud on kõige madalama väljalöögiga



ning esineb teiste tingimustega võrdlemisi samal ajal. Oksipitaalses piirkonnas teises ehk hilisemas ajavahemikus ilmneb see küll suurema amplituudiga kui vasakule vaatava kurja näo tekitatud laine, kuid sarnaneb siiski paremale vaatava kurja näo MMN-iga ja võib olla juhuslik väljalöök, mistõttu ei saa väita, et otse vaatava kurja näo MMN laine oleks oluliselt teistest tingimustest erinev.

Pönkanen, Alhoniemi, Leppänen ja Hietanen (2011a) uurisid reaalseid inimnägusid ning leidsid, et otse vaatav neutraalne nägu tekitas suurema amplituudiga näotundliku N170 kõvera ja varajasema negatiivsuse kui eemale vaatav pilk või suletud silmad. Küll aga tekkis see erinevus statistiliselt ainult siis, kui katseisikule näidati reaalselt isikut (efekt ei ilmnenu piltide korral). Yokoyama, Noguchi ja Kita (2013) leidsid, et mittetajutud otse vaatav nägu tekitas (*continuous flash suppression* meetodil) suurema amplituudiga ERP-kõvera kui mittetajutud kõrvale vaatav nägu. Ka käitumuslikud uurimused on viidanud otse vaatava pilgusuuna eelistatud märkamisele (Conty jt., 1995, Chen & Yeh, 2012), eriti kurja emotsiooninäo puhul, mistõttu võiks järeldada, et antud seminaritöös esinenud kõrvale vaatavate emotsiooninägude kiiremad töötled on kas juhuslikud väljalöögid või tulenevad näiteks stiimulmaterjali eripärast. Samas ei leidnud kinnitust ka otse vaatava emotsiooninäo eelistamine.

Üheks selgituseks võiks olla see, et inimene töötleb emotsionaalset nägu terviklikuna ning mitte üksikute tunnuste põhjal. Väikesed manipulatsioonid piltlikes nägudes ei pruugi seega piisavalt suuri erinevusi emotsioonide töötled ERP-kõverates esile kutsuda. Ka Pönkanen ja kolleegid (2011a) kinnitasid, et kuigi pilgusuund avaldas mõju ERP komponentide tekkele reaalse inimese vaatlusel, ei ilmnenu sama tulemus pildi vaatlusel.

Vaadates neutraalse ja kurja emotsiooninäo kuklapiirkonna EMMN-ide jooniseid, on näha, et nii varane kui hiline lahknevusnegatiivsus kattuvad ajaliselt (100-180 ms ja 270-350 ms), kuid on kurja stiimuli tingimustes kõrgema amplituudiga kui neutraalses. Selline eristus viitab kurja näo tugevamale emotsionaalsele töötled. Seda seisukohta kinnitab ka rõõmsa, kurja ning neutraalse otse vaatava stiimuli võrdlemine kuklapiirkonnas, kus vihane emotsiooninägu tekitab varasema algusega ning kõrgema amplituudiga EMMN-i kui neutraalne stiimul. Nendes tingimustes on samas kõige suurema amplituudi ning varajasema algusajaga hoopis rõõmus nägu, mistõttu võib järeldada, et emotsionaalne nägu saab võrreldes neutraalse näoilmega igal juhul eelistöödeldud. Kõige suuremad erinevused MMN-i esinemisaegades ning amplituudides ilmneseidki eelmainitud tingimustes (neutraalne-rõõmus-kuri) ning olid ka üks vähestest statistilise olulisusega tingimustest (erinevused ilmneseid neutraalse ja rõõmsa otse vaatava emotsiooninäo puhul).

Seega võib püstitatud hüpoteesi (hüpotees 1), mis väitis, et negatiivset emotsiooni väljendava näo tekitatud EMMN on suurema amplituudiga või pikema latentsiajaga kui neutraalse näo tekitatud EMMN, pidada pooleldi õigeks. Võrreldes neid kahte emotsioonitingimust, ei leitud erinevusi EMMN tekkimise ajas, kuid esinesid erinevused amplituudis (kuri emotsiooninägu tekitas suurema amplituudi kui neutraalne emotsiooninägu). Tulemustest võib seega välja lugeda hoopiski positiivse emotsiooni eeltöötlust. Seda toetab osaliselt statistika (otsmikupiirkonnas) ning osaliselt ka visuaalne vaatlus. Nimelt on rõõmsa emotsiooninäo tekitatud EMMN on kõrgema amplituudiga ning teises ajavahemikus ka varajasema algusega. See ei lähe kokku sissejuhatuses püstitatud argumentidega, mille kohaselt negatiivsed näoilmed kutsuvad katseisikutes esile tugevamaid ERP amplituude kui positiivsed näoilmed (Batty & Taylor, 2003; Leppänen jt., 2007), küll aga seostub teiste uurimustega, milles õnnelik nägu langeb teiste nägudega võrreldes eelistöötluste osaks (Leppänen & Hietanen, 2004, Kolassa & Miltner, 2006).

Kokkuvõtteks ei saa väita, et antud uurimuses esineksid tugevad tendentsid pilgusuundadest sõltuvalt eelistatud töötlustele. Võrreldes kurja, rõõmsat ja neutraalset otse vaatavat nägu kuklapiirkonnas, ilmnesid tugevad erinevused tekkinud EMMN-ides, kuid sama ei saa väita neutraalse ja kurja vasakule, otse ning paremale suunatud pilkude tekitatud EMMN-kõverate kohta. Ilmnesid mõningad erinevused, kuid mitte midagi püsivat. Selline tulemus võib olla tingitud mitmetest oludest. Üheks võimaluseks on see, et inimene tajubki näokujutist tervikuna ning väikesed alternatsioonid (silmade asend) ei muuda tajutava emotsiooni intensiivsust. Põhjus võib olla ka skemaatiliste nägude kasutamises, kus näo omadused on reaalselt nägudega võrreldes oluliselt lihtsustatud. Kuigi skemaatiliste nägude kasutamise poolt räägivad mitmed andmed (näiteks Sagiv ja Bentin (2001), kes väidavad, et ka kõige lihtsamad skemaatilised näokujutised toovad esile N170 kõvera), ei pruugi skemaatiliste erinevused nägude pilgusuunades lihtsalt muutuste esile toomiseks piisavalt intensiivsed olla.

Edasisel uurimisel oleks otstarbekas vaadelda erinevusi lahknevusnegatiivsuses erinevate pilgusuundade puhul soolises jaotuses. Käesoleva töö raames oli valim sooliselt ühtlustatud ning ei võrreldud omavahel meeste ja naiste tulemusi, kuid eelnevalt on neis tingimustes EMMN uuringutes erinevusi leitud. Xu ja kolleegide (2013) uurimuses esinesid soolised erinevused õnnelike ja kurbade stiimulite poolt esile kutsutud EMMN-kõverates ning Pönkanen, Peltola ja Hietanen (2011b) märkasid pilgu suunast sõltuvat töötluste erinevust meeste ja naiste puhul. Seega pole välistatud, et soolised erinevused ei võiks ka pilgusuundade tajumises võiks see rolli mängida.

Oluline oleks uurida ka lateralisatsiooni ajupoolkerade kaupa. Eelnevalt on leitud negatiivsete ning kurbade emotsioonide tugevamat töötlust paremas ajupoolkeras (Stefanics jt., 2012; Xu jt., 2103) ning Pönkanen ja kolleegid (2011b) leidsid töötlemiserinevusi otsmikusagaras reaalse nägude vaatlusel. Juba kogutud andmete põhjal oleks võimalik analüüsida EMMN-kõverate teket vasakus ja paremas otsmiku-, kiiru- ja kuklasagaras. Käesolevas uurimuses ilmnes teises ajavahemikus (180-320 ms) silmaga nähtav erinevus negatiivsusprikkondades kurja ning neutraalse emotsiooninäo tajumiste tingimustes, kuid seda ei uuritud statistiliselt. Seega oleks otstarbekas küsida, kas ajupoolkerade vahel eristuvad emotsionaalset informatsiooni edasikandvate nägude tekitatud ERP-komponendid.

### **Tänuavaldused**

Soovin tänada oma juhendajaid Kairi Kreegipuud ja Nele Kuldkeppi põhjaliku õpetamise ja suunamise eest, kaasjuhendavat Annika Kaske heade ideede ning toetuse eest, Mai Toomi, kes programmeeris meie poolt kasutatavad programmid ning Kertu Saart, kes aitas katses kasutatavat stiimulmaterjali koostamisel.

Katse viidi läbi kolmanda taseme õppe kvaliteedi arendamise programmi PRIMUS tegevuse "Uuringute ja analüüside läbiviimine (2008-2015) raames ajavahemikul 01.01.2009-31.12.2014 läbiviidava uuringu "Kõrgkooli akadeemilist toimetulekut mõjutavad tegurid" all.

Programmi rahastas Euroopa Sotsiaalfond, grant nr 3-8.2/60. Eksperimentide läbiviimisel kasutatud materjalid on rahastatud HTM institutsionaalse uurimistoetuse IUT02-13 vahenditest.

**Kirjanduse loetelu:**

- Adams, R. B. Jr., & Kleck, R. E. (2005). Effects of direct and averted gaze on the perception of facially communicated emotion. *Emotion*, 5(1), 3-11.
- Akatsuka, K., Wasaka, T., Nakata, H., Kida, T., Hoshiyama, M., Tamura, Y., & Kakigi, R. (2007). Objective examination for two-point stimulation using a somatosensory oddball paradigm: an MEG study. *Clinical Neurophysiology*, 118, 403–11.
- Astikainen, P., Ruusuvirta, T., & Korhonen, T. (2001). Somatosensory event-related potentials in the rabbit cerebral and cerebellar cortices: a correspondence with mismatch responses in humans. *Neuroscience Letters*, 298, 222-224.
- Astikainen, P., & Hietanen, J. K. (2009). Event-related potentials to task-irrelevant changes in facial expressions. *Behavioral and Brain Functions*, 5, 30.
- Batty, M., & Taylor, M. J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, 17, 613–620.
- Bendixen, A., Prinz, W., Horvath, J., Trujillo-Barreto, N. J., & Schroger, E. (2008). Rapid extraction of auditory feature contingencies. *Neuroimage*, 41, 1111–1119.
- Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(6), 551–565.
- Brønneck, K. S., Nordby H., Larsen, J. P., & Aarsland, D. (2010). Disturbance of automatic auditory change detection in dementia associated with Parkinson's disease: A mismatch negativity study. *Neurobiology of Aging*, 31(1), 104-13.
- Chang, Y., Xu, J., Shi, N., Zhang, B., & Zhao, L. (2010). Dysfunction of processing task-irrelevant emotional faces in major depressive disorder patients revealed by expression-related visual MMN. *Neuroscience Letters* 472, 33–37.
- Chen, Y. C., & Yeh, S. L. (2012). Look into my eyes and I will see you: unconscious procession of human gaze. *Consciousness and Cognition* 21, 1703-1710.
- Conty, L., Tijus, C., Hugueville, L., Coelho, E., & George, N. (2006). Searching for asymmetries in the detection of gaze contact versus averted gaze under different head views: a behavioural study. *Spatial Vision*, 19(6), 529-545.

- Czigler, I. (2007). Visual mismatch negativity: Violation of nonattended environmental regularities. *Journal of Psychophysiology*, 21(3-4), 224-230.
- Dunn, M. A., Gomes, H., & Gravel, J. (2008). Mismatch negativity in children with autism and typical development. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 38(1), 52-71.
- Eimer, M. (2000). The face-specific N170 component reflects late stages in the structural encoding of faces. *Neuroreport*, 11(10), 2319-24.
- Ewbank, M. P., Jennings, C., & Calder, A. J. (2009). Why are you angry with me? Facial expressions of threat influence perception of gaze direction. *Journal of Vision*, 9(12).
- Farroni, T., Csibra, G., Simion, F., & Johnson, M. H. (2002). Eye contact detection in humans from birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99, 9602-9605.
- Farroni, T., Massaccesi, S., Pividori, D., & Johnson, M. H. (2004). Gaze following in newborns. *Infancy*, 5(1), 39-60.
- Fox, E., Lester, V., Russo, R., Bowles, R. J., Pichler, A., & Dutton, K. (2000). Facial expressions of emotion: Are angry faces detected more efficiently?. *Cognition and Emotion*, 14(1), 61-92.
- Friedman, T., Sehatpour, P., Dias, E., Perrin, M., & Javitt, D.C. (2012). Differential relationships of mismatch negativity and visual p1 deficits to premorbid characteristics and functional outcome in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 71, 521-529.
- Gratton, G., Coles, M. G. H., & Donchin, E. (1983). A new method for off-line removal of ocular artifact. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 55, 468-484.
- Hansen, C. H., & Hansen, R. D. (1988). Finding the face in the crowd: An anger superiority effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 917-924.
- Itier, R. J. & Taylor, M. J. (2004). N170 or N1? Spatiotemporal differences between object and face processing using ERPs. *Cerebral Cortex*, 14(2), 132-142.
- Kolassa, I. T. & Miltner, W- H. (2006). *Brain Research* 1118(1), 130-141.
- Krauel, K., Schott, P., Sojka, B., Pause, B.M., & Ferstl, R. (1999). Is there a mismatch negativity analogue in the olfactory event-related potential?. *Journal of Psychophysiology*, 13, 49-55.

- Kreegipuu, K., Kuldkepp, N., Sibolt, O., Toom, M., Allik, J., & Näätänen, R. (2013). vMMN for schematic faces: automatic detection of change in emotional expression. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 714.
- Kukk, G. (2010). Impact of the ADRA2A promoter polymorphism C-1291G on processing of emotional schematic faces. Magistritöö. Tartu Ülikool
- Leppänen, J. M., Hietanen, J. K. (2004). Emotionally positive facial expressions are processed faster than negative facial expressions, but why? *Psychological Research*, 69, 22-29.
- Leppänen, J. M., Kauppinen, P., Peltola, M. J., & Hietanen, J. K. (2007). Differential electrocortical responses to increasing intensities of fearful and happy emotional expressions. *Brain Research*, 1166, 103-109.
- Liu, J., Higuchi, M., Marantz, A., & Kanwisher, N. (2000). The selectivity of the occipitotemporal M170 for faces. *Neuroreport*, 11(2), 337-341.
- Lobmaier, J. S. (2012). Facial expression and eye gaze direction: are they combined when processing emotionally relevant facial information? *Journal of Communications Research*, 4, 89.
- Maekawa, T., Katsuki, S., Kishimoto, J., Onitsuka, T., Ogata, K., Yamasaki, T., Ueno, T., Tobimatsu, S., & Kanba, S. (2013). Altered visual information processing systems in bipolar disorder: evidence from visual MMN and P3. *Frontiers in Human Neuroscience*, 26.
- Milders, M., Hietanen, J. K., Leppänen, J. M., & Braun, M. (2011). Detection of emotional faces is modulated by the direction of eye gaze. *Emotion*, 11(6), 1456-61.
- Murphy, S. T. & Zajonc, R. B. (1993). Affect, cognition, and awareness: Affective priming with optimal and suboptimal stimulus exposures. *Journal of Personality and Social Psychology*, 64, 723-739.
- Näätänen, R. (2000). Mismatch negativity (MMN): perspectives for application. *International Journal of Psychophysiology* 37, 3-10.
- Näätänen, R., Gaillard, A. W. K., & Mäntysalo, S. (1978). Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta Psychologica*, 42, 313-29.

- Näätänen, R., Kujala, T., Escera, C., Baldeweg, T., Kreegipuu, K., Carlson, S., & Ponton, C. (2012). The mismatch negativity (MMN) - a unique window to disturbed central auditory processing in ageing and different clinical conditions. *Clinical Neurophysiology*, 123, 424-458.
- Näätänen, R., Paavilainen, P., Rinne, T., & Alho, K. (2007). The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: A review. *Clinical Neurophysiology*, 118, 2544–2590.
- Näätänen, R., Pakarinen, S., Rinne, T., & Takegata, R. (2004). The mismatch negativity (MMN): towards the optimal paradigm. *Clinical Neurophysiology*, 115, 140–144.
- Neuhaus, A. H., Brandt, E. S. L., Goldberg, T. E., Bates, J. A., & Malhotra, A. K. (2013). Evidence for impaired visual prediction error in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 147, 326-330.
- Palermo, R., & Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychologia*, 45, 75–92.
- Pazo-Alvarez, P., Cadaveira, F., & Amenedo, E. (2003). MMN in the visual modality: a review. *Biological Psychology* 63, 199-236.
- Pegna, A. J., Khatib, A., Michel, C. M., & Landis, T. (2004). Visual recognition of faces, objects, and words using degraded stimuli: Where and when it occurs. *Human Brain Mapping*, 22, 300–311.
- Pinkham, A. E., Griffin, M., Baron, R., Sasson, N. J., & Gur, R. C. (2010). The face in the crowd effect: anger superiority when using real faces and multiple identities. *Emotion*, 10(1), 141-146.
- Pönkänen, L. M., Alhoniemi, A., Leppänen, J. M., & Hietanen, J. K. (2011a). Does it make a difference if I have an eye contact with you or with your picture? An ERP study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 6(4), 486-494.
- Pönkanen, L. M., Peltola, M. J., & Hietanen, J. K. (2011b). The observer observed: Frontal EEG asymmetry and autonomic responses differentiate between another person's direct and averted gaze when the face is seen live. *International Journal of Psychophysiology*, 82(2), 180–187.



- Saar, K. (2013). Skemaatiliste nägude ja mitterägede automaatne töötlus sõltuvalt nende orientatsioonist: EEG, reaktsioonaja ja subjektiivsete hinnangute võrdlus. Seminaritöö. Tartu Ülikool.
- Sagiv, N. & Bentin, S. Structural encoding of human and schematic faces: holistic and part-based processes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13(7), 937–951.
- Sams, M., Hietanen, J. K., Hari, R., Ilmoniemi, R. J., & Lounasmaa, O. V. (1997). Face-specific responses from the human inferior occipito-temporal cortex. *Neuroscience*, 77(1), 49–55.
- Sander, D., Grandjean, D., Kaiser, S., Wehrle, T., & Scherer, K. R. (2007). Interaction effects of perceived gaze direction and dynamic facial expression: Evidence for appraisal theories of emotion. *European Journal of Cognitive Psychology*, 19(3), 470–480.
- Shinozaki, N., Yabe, H., Sutoh, T., Hiruma, T., & Kaneko, S. (1998). Somatosensory automatic responses to deviant stimuli. *Cognitive Brain Research*, 7, 165–171.
- Sibolt, O. (2012). Sündmuspotsiaamid skemaatiliste näoväljenduste korral. Seminaritöö. Tartu Ülikool.
- Stefanics, G., Csukly, G., Komlósi, S., Czobor, P., & Czigler, I. (2012). Processing of unattended facial emotions: a visual mismatch negativity study. *Neuroimage* 59, 3042–3049.
- Streit, M., Wölwer, W., Brinkmeyer, J., Ihl, R., & Gaebel, W. (2000). Electrophysiological correlates of emotional and structural face processing in humans. *Neuroscience Letters*, 278, 13–16.)
- Zhao, L., & Li, J. (2006). Visual mismatch negativity elicited by facial expressions under non-attentional condition. *Neuroscience Letters*, 410, 126–131.
- Umbricht, D. S. G., Bates, J. A., Lieberman, J. A., Kane, J. M., & Javitt, D. C. (2006). Electrophysiological indices of automatic and controlled auditory information processing in first-episode, recent-onset and chronic schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 59(8), 762–772.
- Umbricht, D., & Krljes, S. (2005). Mismatch negativity in schizophrenia: a meta-analysis. *Schizophrenia Research* 76, 1–23.

- Väljaste, K. (2013). Skemaatiliste emotsiooninägude tajumine: EEG, reaktsiooniaegade ja subjektiivsete hinnangute analüüs. Seminaritöö. Tartu Ülikool.
- Öhman, A., Lundqvist, D., & Esteves, F. (2001). The Face in the Crowd Revisited: A Threat Advantage With Schematic Stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 381-396.
- Xu, Q., Yang, Y., Wang, P., Sun, G., & Zhao, L. (2013). Gender differences in preattentive processing of facial expressions: An ERP study. *Brain Topography*, 26(3), 488-500.
- Yokoyama, T., Noguchi, Y., & Kita, S. (2013). Unconscious processing of direct gaze: evidence from an ERP study. *Neuropsychologia*, 51, 1161–1168.

Käesolevaga kinnitan, et olen korrektselt viidanud kõigile oma töös kasutatud teiste autorite poolt loodud kirjalikele töödele, lausetele, mõtetele, ideedele või andmetele.

Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis DSpace.

Liina Juuse